

Núm. Orden: 0022

Título: “Análisis de la asociación entre frecuencia cardiaca y modificaciones de la capacidad para manifestar fuerza, en la situación competitiva de judo¹.”

Autores: Eliseo Iglesias Soler, Jorge Dopico Calvo, Iván Clavel Sanemeterio, José Luis Tuimil López

Procedencia: A Coruña (Inst. Nacional de Educación Física de Galicia.- Universidade da Coruña).

Correo: eliseo@udc.es

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

Tanto en el ámbito de las capacidades coordinativas como condicionales, el análisis de las demandas específicas de cada especialidad deportiva constituye un punto de partida indispensable para el establecimiento y diseño de líneas de intervención en el entrenamiento.

El interés por la caracterización del esfuerzo del judoca no es nuevo, y así podríamos estructurar la bibliografía existente al respecto en las siguientes categorías:

1. Estimaciones teóricas de vías energéticas predominantes o manifestaciones de fuerza requeridas (Arruza 1991; Silva 1990 ; Cechini 1989; Iglesias y col. 2000).
2. Descripciones de perfiles fisiológicos de judocas a partir de pruebas de laboratorio (Thomas y col. 1989; González & Rubio 1990; Callister y col. 1991; Little 1991)
3. Mediciones durante y/o al final del combate de: *estructura temporal* (Arruza 1991; Gorostiaga 1991; Castarlenas & Planas 1997; Lehmann 1997; Clavel, Dopico & Iglesias 2000; Clavel, Iglesias & Dopico 2000), *lactacidemia* (Thomas, 1989; Sanchís y col. 1991; Çinar & Tamer 1994; Lehmann 1997), *parámetros cardiovasculares* (Sanchís y col. 1991; Roquette 1992; Ahmaidi y col. 1997; Iglesias & Dopico 1998).
4. Propuestas de evaluación de la fuerza (Leplanquais y col. 1994) o de la resistencia (Thomas y col. 1989; Heinisch 1996; Lehmann 1997).

En general, los procesos metabólicos implicados y las manifestaciones de la fuerza demandadas en el combate han sido estudiadas por separado, sin que los diferentes trabajos aborden la posible conexión entre estos dos ámbitos de la capacidad motriz.

Partiendo de que el alto nivel de esfuerzo exigido al judoca deriva de un conjunto de acciones con una importante implicación de fuerza, y que ésta generalmente debe manifestarse en condiciones metabólicas desventajosas, hemos pretendido con el presente trabajo establecer la posible relación entre la demanda cardiovascular del enfrentamiento en términos de frecuencia cardiaca, y la variación de la capacidad de fuerza del judoca tras la realización del combate.

MATERIAL Y MÉTODO.

Participantes.

Para el desarrollo del trabajo contamos con 6 judocas de categoría masculina, competidores expertos y que habían seguido hasta la fecha un entrenamiento preparatorio para campeonatos de nivel estatal. Dichos sujetos fueron caracterizados respecto a su edad,

¹ Este trabajo ha sido realizado con financiación de la Universidad de A Coruña

estatura y peso. Posteriormente, procedimos a formar parejas constituidas por deportistas que compitiesen en la misma categoría de peso, con excepción de uno de los competidores que, por ser el único perteneciente a la categoría –60 kg, se enfrentaría al más ligero de los tres judocas de la categoría –66 kg.

Procedimiento.

El estudio se desarrolló a lo largo de tres días. En el primero de ellos, y tras una fase de calentamiento, se procedió a la medición inicial del rendimiento de fuerza de todos los judocas. Dichas valoraciones eran efectuadas de forma sucesiva y tras su finalización se llevaba a cabo un intervalo de pausa de 5´ previos al comienzo de los enfrentamientos.

En esta primera sesión un componente de cada pareja portaba un monitor de ritmo cardiaco *Polar Vantage NTV* con el fin de registrar su frecuencia cardiaca en intervalos de 5" a lo largo de toda la sesión, fijando el receptor de pulsera en el cinturón del judogui para evitar condicionar las acciones del luchador a lo largo del combate. La posibilidad de que la señal de dos pulsómetros pudiese interferirse al situarse los sujetos muy próximos, nos llevó a desechar la opción de obtener el registro cardiaco simultaneo de los dos contendientes.

Asimismo, y ante la necesidad de conocer el intervalo del registro correspondiente a fases de combate, test de fuerza o recuperación, se asignó a cada portador de pulsómetro un observador que anotaría en qué momento tenía lugar el comienzo y final de dichas fases. Para ello se sincronizó el comienzo de funcionamiento del pulsómetro con el del cronómetro del observador.

Cada judoca realizó dos combates frente al mismo adversario, con una pausa entre intervenciones correspondiente al desarrollo de dos enfrentamientos. Los combates tuvieron lugar según reglamentación oficial, salvo en lo relativo a la puntuación límite. Dado que nuestra pretensión era valorar el esfuerzo correspondiente a un combate completo, los enfrentamientos se completaron hasta los 5´ de tiempo real, con independencia de la consecución anterior de *ippon*.

Finalizado el combate, el sujeto cuya frecuencia cardiaca era registrada realizaba de forma inmediata las pruebas de fuerza. Tras 5 minutos de pausa se repetían las valoraciones con la intención de cuantificar la recuperación.

Con un día de separación, se repitieron los enfrentamientos, pero en este caso tanto el registro de frecuencia cardiaca como las mediciones de fuerza correspondieron al sujeto no valorado anteriormente. En esta segunda sesión sólo contamos con 5 sujetos por lesión de uno de los judocas de categoría –66 kg, por lo que la muestra final fue de 5 competidores. El sujeto no medido en la primera sesión, y que se había enfrentado a un oponente de categoría inferior, fue evaluado ante el competidor ya testado de su misma categoría.

Una semana después de las mediciones, se procedió a la medición de la frecuencia cardiaca en reposo (**Fc rep.**) y máxima (**Fc máx.**) con el objeto de expresar los datos en porcentajes de la frecuencia cardiaca de reserva (**Fc res.= Fc máx.-Fc rep.**) y máxima (**Fc max**).

Frecuencia cardiaca en reposo y máxima.

Para la determinación de la frecuencia cardiaca de reposo ($Fc\ rep.$), se procedió a la obtención de los registros de ritmo cardiaco de los deportistas mientras permanecían en posición de tendido supino durante 10 minutos. Todas las mediciones fueron obtenidas en intervalos de 5" mediante un monitor de ritmo cardiaco *Polar Vantage NTV*, empleándose en la determinación de $Fc\ rep$ la media de los 6 registros sucesivos más bajos.

La identificación de la frecuencia cardiaca máxima ($Fc\ max.$) fue efectuada a través de la prueba Course Navette. Los deportistas ponían en funcionamiento el pulsómetro una vez que se iniciaban el test y lo detenían un minuto tras la finalización del mismo. Las señales sonoras correspondientes a la carrera de 25 metros eran emitidas mediante un magnetófono *Sony CFS-204*. El registro más alto fue considerado como $Fc\ máx.$

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Edad (años)	5	20	24	22,60	1,52
Estatura (m)	5	1,66	1,82	1,7060	6,656E-02
Peso (kg)	5	63,20	77,60	70,7400	5,3008
Fc.rep (lat/min)	5	55	74	65,20	8,70
Fc. max (lat/min)	5	193	209	200,20	6,53
Fc. res (lat/min)	5	121	152	135,00	11,66
Palier alcanzado en CN	5	9,5	12,5	11,200	1,351
N válido (según lista)	5				

Valoración de la fuerza.

Las mediciones eran efectuadas consecutivamente y en el orden en que son descritas a continuación:

- **Dinamometría manual (DMD y DMI)**, mediante dinamómetro *Takei modelo 1857* con rango comprendido entre 7 y 99'5 Kg e incrementos de ½ kg. Cada sujeto efectuó un sólo intento máximo con cada mano tras una fase de familiarización con el instrumento, manteniéndose una apertura de agarre homogénea para todos los individuos. La acción máxima se llevaba a cabo con el brazo correspondiente alineado con el cuerpo sin llegar a contactar con este. La contracción máxima se mantuvo a lo largo de 5" tal y como se recomienda en la bibliografía (Mac Dougall, Wenger & Green 1995).
- **Salto con contramovimiento y acción de brazos (CMJA)**. Cada sujeto efectuaba dos saltos considerándose para el análisis de los datos la media de ambos. La medición de la altura del salto fue obtenida mediante el empleo de una plataforma de contacto unida a un microprocesador *PSION (Datapak 32K con programa informático)* con el sistema *ErgoJump Bosco System* (Bosco 1992).
- **Salto con contramovimiento con sobre carga equivalente a la categoría de competición (CMJPC)**, al objeto de valorar la explosividad manifestada por el sujeto ante una carga similar a la de la situación competitiva (Iglesias y col. 2000). En esta

prueba empleamos el mismo instrumental que en el caso anterior, considerándolo igualmente el valor medio de dos intentos sucesivos.

Análisis estadístico.

El tratamiento estadístico de los resultados fue realizado mediante el programa *SPSS 10.0 para Windows*. Estadísticos descriptivos como la media y la desviación típica fueron empleados en la exposición de los resultados.

Los niveles de asociación entre variables se obtuvieron mediante correlaciones bivariadas no paramétricas: *rho de Spearman* y *tau-b de Kendall*. Los coeficientes de correlación fueron establecidos entre los porcentajes de frecuencia cardiaca (máxima y de reserva) y los valores porcentuales de las mediciones de fuerza al final del enfrentamiento con respecto a la medición inicial.

Finalmente, la significación de los cambios en los resultados de las pruebas de fuerza a lo largo de las diferentes mediciones fue establecida mediante *pruebas no paramétricas para muestras relacionadas (Prueba de los signos y prueba de los rangos con signo de Wilcoxon)*.

RESULTADOS.

El análisis de los datos fue efectuado tanto conjuntamente (10 combates) como diferenciando entre primer y segundo esfuerzo.

Tal y como reflejamos en las tablas 2, 3 y 4, los enfrentamientos de judo configuraron un ejercicio con una duración superior a los 7' y que exigió unos niveles de frecuencia cardiaca de aproximadamente el 85 y 90% de *Fc res.* y *Fc máx.* respectivamente, con valores ligeramente superiores en el segundo combate.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Duración total combate (s)	10	424	567	455,70	41,80
Fc.máx. combate (lat/min)	10	180	198	191,00	5,48
Fc. mínima combate (lat/min)	10	101	150	133,80	14,96
Fc. media combate (lat/min)	10	169	189	180,60	6,00
% Fc.res	10	80,26	88,97	85,6680	2,9560
% Fc máx.	10	85,64	92,64	90,2280	2,4435
N válido (según lista)	10				

Tabla 2: Valores de frecuencia cardiaca. Combates 1 y 2.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Duración total combate (s)	5	425	461	445,20	14,94
Fc.máx. combate (lat/min)	5	180	197	189,20	6,22
Fc. mínima combate (lat/min)	5	101	147	129,00	19,12
Fc. media combate (lat/min)	5	169	188	179,20	6,80
% Fc.res	5	80,26	88,23	84,7480	3,3397
% Fc máx.	5	85,64	92,15	89,5280	2,8251
N válido (según lista)	5				

Tabla 3: Valores de frecuencia cardiaca. Combate 1.**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Duración total combate (s)	5	424	567	466,20	58,59
Fc.máx. combate (lat/min)	5	188	198	192,80	4,55
Fc. mínima combate (lat/min)	5	125	150	138,60	8,96
Fc. media combate (lat/min)	5	176	189	182,00	5,48
% Fc.res	5	82,89	88,97	86,5880	2,5278
% Fc máx.	5	87,55	92,64	90,9280	2,0561
N válido (según lista)	5				

Tabla 4: Valores de frecuencia cardiaca. Combate 2.

Por su parte, los datos relativos a la fuerza (Tablas 5, 6 y 7) reflejaron evoluciones similares en los dos enfrentamientos. El descenso del rendimiento al finalizar el enfrentamiento fue especialmente acentuado en las pruebas de dinamonetría manual, representando las mediciones postesfuerzo en el primer y segundo combate aproximadamente el 95% y 85% respectivamente de la valoración inicial. En ninguno de los casos la pausa permitió recuperar el rendimiento inicial. El descenso del rendimiento resultó estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en ambos segmentos, tanto en el análisis global como en el correspondiente al segundo de los combates. Tras 5' de reposo la recuperación sólo fue estadísticamente significativa por *DMI* en el análisis conjunto de los 10 enfrentamientos.

En lo que se refiere a las pruebas de salto, el rendimiento postesfuerzo no experimentó el descenso constatado en la dinamometría manual, si bien se aprecian diferencias en función de las características de la prueba. Así, la disminución del rendimiento en *CMJPC* fue siempre más acentuada que en el caso de *CMJA*.

Finalmente, en lo que respecta a la asociación entre los niveles de frecuencia cardiaca durante el combate y los valores porcentuales respecto a la medición inicial del rendimiento en las pruebas de fuerza (Tablas 8, 9 y 10), sólo hayamos correlación estadísticamente significativa entre *Fc* (*%Fc.máx.* y *%Fc.res.*) y *DMD* en el primer combate.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
CMJA inicial (cm)	10	40,40	49,40	46,7100	3,4256
CMJA final (cm)	10	41,10	50,10	46,2970	3,0764
CMJA 5´ recuperación (cm)	10	38,30	48,40	45,6300	3,3617
CMJA final-CMJA Inicias (%)	10	93,03	105,14	99,2600	4,5474
CMJA tras 5´ recuperación-CMJA inicial (%)	10	94,73	101,57	97,7130	2,6994
CMJPc inicial (cm)	10	10,30	14,65	12,7300	1,7476
CMJPc final (cm)	10	9,20	14,35	12,3550	1,7708
CMJPc 5´ recuperación (cm)	10	9,35	15,85	12,7050	2,3199
CMJPc final-CMJPc inicial (%)	10	89,32	106,10	96,8380	5,2325
CMJPc 5´ recuperación-CMJPc inicial (%)	10	84,94	110,83	99,3750	7,4264
DMD inicial (kg)	10	33,30	48,80	42,0600	5,5500
DMD final (kg)	10	31,40	44,50	37,6000	4,5392
DMD 5´ recuperación (kg)	10	28,70	42,70	36,6600	4,6063
DMD final-DMD inicial (%)	10	64,340	103,000	0,07200	1,70675
DMD 5´ recuperación-DMD inicial (%)	10	58,81	103,20	88,4280	14,3705
DMI inicial (kg)	10	36,80	43,60	39,6800	2,3107
DMI final (kg)	10	27,30	40,10	34,5400	4,4410
DMI 5´ recuperación (kg)	10	30,10	40,40	36,2700	3,4215
DMI final-DMI inicial (%)	10	62,61	101,77	87,2330	11,4343
DMI 5´ recuperación-DMI inicial (%)	10	69,03	102,53	91,7780	10,7898
N válido (según lista)	10				

Tabla 5: Evaluación de la fuerza. Combates 1 y 2.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
CMJA inicial (cm)	5	40,40	49,40	46,7100	3,6334
CMJA final (cm)	5	41,80	49,65	46,7200	3,2374
CMJA 5´ recuperación (cm)	5	38,30	48,40	45,8800	4,2798
CMJA final-CMJA Inicias (%)	5	93,03	104,19	00,1560	4,4158
CMJA tras 5´ recuperación-CMJA inic	5	94,73	101,57	98,1440	3,3080
CMJPc inicial (cm)	5	10,30	14,65	12,7300	1,8536
CMJPc final (cm)	5	9,80	14,25	12,4100	1,7555
CMJPc 5´ recuperación (cm)	5	10,45	15,85	12,7600	2,4618
CMJPc final-CMJPc final (%)	5	93,05	106,10	97,6260	5,3580
CMJPc 5´ recuperación-CMJPc inicial	5	84,94	110,83	99,9220	9,3509
DMD inicial (kg)	5	33,30	48,80	42,0600	5,8867
DMD final (kg)	5	34,30	44,50	39,6000	3,6332
DMD 5´ recuperación (kg)	5	33,50	42,70	37,7600	4,2430
DMD final-DMD inicial (%)	5	78,070	103,000	4,54000	9,64810
DMD 5´ recuperación-DMD inicial (%)	5	70,49	103,20	90,8780	13,0730
DMI inicial (kg)	5	36,80	43,60	39,6800	2,4509
DMI final (kg)	5	30,20	40,10	35,9600	3,8449
DMI 5´ reuperación (kg)	5	34,80	40,40	37,5600	2,2700
DMI final-DMI inicial (%)	5	82,06	101,77	90,5960	7,9587
DMI 5´ recuperación-DMI inicial (%)	5	79,81	102,53	95,0240	9,0336
N válido (según lista)	5				

Tabla 6: Evaluación de la fuerza. Combate 1.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
CMJA inicial (cm)	5	40,40	49,40	46,7100	3,6334
CMJA final (cm)	5	41,10	50,10	45,8740	3,2196
CMJA 5´ recuperación (cm)	5	40,70	46,85	45,3800	2,6371
CMJA final-CMJA Inicias (%)	5	93,18	105,14	98,3640	5,0020
CMJA tras 5´ recuperación-CMJA inic	5	94,83	100,74	97,2820	2,2333
CMJPc inicial (cm)	5	10,30	14,65	12,7300	1,8536
CMJPc final (cm)	5	9,20	14,35	12,3000	1,9915
CMJPc 5´ recuperación (cm)	5	9,35	15,65	12,6500	2,4579
CMJPc final-CMJPc final (%)	5	89,32	101,31	96,0500	5,5985
CMJPc 5´ recuperación-CMJPc inicial	5	90,77	106,85	98,8280	5,9919
DMD inicial (kg)	5	33,30	48,80	42,0600	5,8867
DMD final (kg)	5	31,40	43,00	35,6000	4,8125
DMD 5´ recuperación (kg)	5	28,70	41,40	35,5600	5,1685
DMD final-DMD inicial (%)	5	64,340	94,890	5,60400	2,85942
DMD 5´ recuperación-DMD inicial (%)	5	58,81	102,22	85,9780	16,6955
DMI inicial (kg)	5	36,80	43,60	39,6800	2,4509
DMI final (kg)	5	27,30	38,50	33,1200	4,9550
DMI 5´ reuperación (kg)	5	30,10	39,50	34,9800	4,1264
DMI final-DMI inicial (%)	5	62,61	97,71	83,8700	14,2322
DMI 5´ recuperación-DMI inicial (%)	5	69,03	100,50	88,5320	12,4096
N válido (según lista)	5				

Tabla 7: Evaluación de la fuerza. Combate 2.

Correlaciones

			% Fc.máx.	% Fc.res	CMJA final-CMJA inicial (%)	CMJPC final-CMJPC inicial (%)	DMD final-DMD inicial (%)	DMI final-DMI inicial (%)
Tau_b de Kendall	% Fc.máx.	Coefficiente de correlación	1,000	,867**	-,067	-,022	-,422	,067
		Sig. (bilateral)	,	,000	,788	,929	,089	,788
		N	10	10	10	10	10	10
	% Fc.res	Coefficiente de correlación	,867**	1,000	-,022	,022	-,378	,111
		Sig. (bilateral)	,000	,	,929	,929	,128	,655
		N	10	10	10	10	10	10
	CMJA final-CMJA inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,067	-,022	1,000	,156	,111	,422
Sig. (bilateral)		,788	,929	,	,531	,655	,089	
N		10	10	10	10	10	10	
CMJPC final-CMJPC inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,022	,022	,156	1,000	,067	-,067	
	Sig. (bilateral)	,929	,929	,531	,	,788	,788	
	N	10	10	10	10	10	10	
DMD final-DMD inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,422	-,378	,111	,067	1,000	,244	
	Sig. (bilateral)	,089	,128	,655	,788	,	,325	
	N	10	10	10	10	10	10	
DMI final-DMI inicial (%)	Coefficiente de correlación	,067	,111	,422	-,067	,244	1,000	
	Sig. (bilateral)	,788	,655	,089	,788	,325	,	
	N	10	10	10	10	10	10	
Rho de Spearman	% Fc.máx.	Coefficiente de correlación	1,000	,964**	-,115	-,091	-,576	,200
		Sig. (bilateral)	,	,000	,751	,803	,082	,580
		N	10	10	10	10	10	10
	% Fc.res	Coefficiente de correlación	,964**	1,000	-,103	-,079	-,503	,224
		Sig. (bilateral)	,000	,	,777	,829	,138	,533
		N	10	10	10	10	10	10
	CMJA final-CMJA inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,115	-,103	1,000	,285	,200	,636*
Sig. (bilateral)		,751	,777	,	,425	,580	,048	
N		10	10	10	10	10	10	
CMJPC final-CMJPC inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,091	-,079	,285	1,000	,200	-,055	
	Sig. (bilateral)	,803	,829	,425	,	,580	,881	
	N	10	10	10	10	10	10	
DMD final-DMD inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,576	-,503	,200	,200	1,000	,321	
	Sig. (bilateral)	,082	,138	,580	,580	,	,365	
	N	10	10	10	10	10	10	
DMI final-DMI inicial (%)	Coefficiente de correlación	,200	,224	,636*	-,055	,321	1,000	
	Sig. (bilateral)	,580	,533	,048	,881	,365	,	
	N	10	10	10	10	10	10	

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 8: Correlación entre frecuencia cardiaca y rendimiento en pruebas de fuerza. Combates 1 y 2.

Correlaciones

			% Fc.máx.	% Fc.res	CMJA final-CMJA inicial (%)	CMJPc final-CMJPc inicial (%)	DMD final-DMD inicial (%)	DMI final-DMI inicial (%)
Tau_b de Kendall	% Fc.máx.	Coefficiente de correlación	1,000	1,000*	-,200	,200	-,800	,000
		Sig. (bilateral)	,	,	,624	,624	,050	1,000
		N	5	5	5	5	5	5
	% Fc.res	Coefficiente de correlación	1,000**	1,000	-,200	,200	-,800	,000
		Sig. (bilateral)	,	,	,624	,624	,050	1,000
		N	5	5	5	5	5	5
	CMJA final-CMJA inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,200	-,200	1,000	,200	,000	,400
		Sig. (bilateral)	,624	,624	,	,624	1,000	,327
		N	5	5	5	5	5	5
	CMJPc final-CMJPc inicial (%)	Coefficiente de correlación	,200	,200	,200	1,000	,000	,400
		Sig. (bilateral)	,624	,624	,624	,	1,000	,327
		N	5	5	5	5	5	5
DMD final-DMD inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,800	-,800	,000	,000	1,000	,200	
	Sig. (bilateral)	,050	,050	1,000	1,000	,	,624	
	N	5	5	5	5	5	5	
DMI final-DMI inicial (%)	Coefficiente de correlación	,000	,000	,400	,400	,200	1,000	
	Sig. (bilateral)	1,000	1,000	,327	,327	,624	,	
	N	5	5	5	5	5	5	
Rho de Spearman	% Fc.máx.	Coefficiente de correlación	1,000	1,000**	-,300	,200	-,900*	,100
		Sig. (bilateral)	,	,	,624	,747	,037	,873
		N	5	5	5	5	5	5
	% Fc.res	Coefficiente de correlación	1,000**	1,000	-,300	,200	-,900*	,100
		Sig. (bilateral)	,	,	,624	,747	,037	,873
		N	5	5	5	5	5	5
	CMJA final-CMJA inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,300	-,300	1,000	,300	,100	,600
		Sig. (bilateral)	,624	,624	,	,624	,873	,285
		N	5	5	5	5	5	5
	CMJPc final-CMJPc inicial (%)	Coefficiente de correlación	,200	,200	,300	1,000	,100	,600
		Sig. (bilateral)	,747	,747	,624	,	,873	,285
		N	5	5	5	5	5	5
DMD final-DMD inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,900*	-,900*	,100	,100	1,000	,000	
	Sig. (bilateral)	,037	,037	,873	,873	,	1,000	
	N	5	5	5	5	5	5	
DMI final-DMI inicial (%)	Coefficiente de correlación	,100	,100	,600	,600	,000	1,000	
	Sig. (bilateral)	,873	,873	,285	,285	1,000	,	
	N	5	5	5	5	5	5	

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 9: Correlación entre frecuencia cardiaca y rendimiento en pruebas de fuerza. Combate 1.

Correlaciones

			% Fc.máx.	% Fc.res	CMJA final-CMJA inicial (%)	CMJPC final-CMJPC inicial (%)	DMD final-DMD inicial (%)	DMI final-DMI inicial (%)
Tau_b de Kendall	% Fc.máx.	Coefficiente de correlación	1,000	1,000*	,200	,000	-,200	,200
		Sig. (bilateral)	,	,	,624	1,000	,624	,624
		N	5	5	5	5	5	5
	% Fc.res	Coefficiente de correlación	1,000**	1,000	,200	,000	-,200	,200
		Sig. (bilateral)	,	,	,624	1,000	,624	,624
		N	5	5	5	5	5	5
	CMJA final-CMJA inicial (%)	Coefficiente de correlación	,200	,200	1,000	,400	,200	,200
		Sig. (bilateral)	,624	,624	,	,327	,624	,624
		N	5	5	5	5	5	5
	CMJPC final-CMJPC inicial (%)	Coefficiente de correlación	,000	,000	,400	1,000	,000	-,400
		Sig. (bilateral)	1,000	1,000	,327	,	1,000	,327
		N	5	5	5	5	5	5
	DMD final-DMD inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,200	-,200	,200	,000	1,000	,200
		Sig. (bilateral)	,624	,624	,624	1,000	,	,624
	N	5	5	5	5	5	5	
DMI final-DMI inicial (%)	Coefficiente de correlación	,200	,200	,200	-,400	,200	1,000	
	Sig. (bilateral)	,624	,624	,624	,327	,624	,	
	N	5	5	5	5	5	5	
Rho de Spearman	% Fc.máx.	Coefficiente de correlación	1,000	1,000**	,000	-,100	-,300	,500
		Sig. (bilateral)	,	,	1,000	,873	,624	,391
		N	5	5	5	5	5	5
	% Fc.res	Coefficiente de correlación	1,000**	1,000	,000	-,100	-,300	,500
		Sig. (bilateral)	,	,	1,000	,873	,624	,391
		N	5	5	5	5	5	5
	CMJA final-CMJA inicial (%)	Coefficiente de correlación	,000	,000	1,000	,400	,200	,500
		Sig. (bilateral)	1,000	1,000	,	,505	,747	,391
		N	5	5	5	5	5	5
	CMJPC final-CMJPC inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,100	-,100	,400	1,000	,100	-,400
		Sig. (bilateral)	,873	,873	,505	,	,873	,505
		N	5	5	5	5	5	5
	DMD final-DMD inicial (%)	Coefficiente de correlación	-,300	-,300	,200	,100	1,000	,300
		Sig. (bilateral)	,624	,624	,747	,873	,	,624
	N	5	5	5	5	5	5	
DMI final-DMI inicial (%)	Coefficiente de correlación	,500	,500	,500	-,400	,300	1,000	
	Sig. (bilateral)	,391	,391	,391	,505	,624	,	
	N	5	5	5	5	5	5	

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 10: Correlación entre frecuencia cardiaca y rendimiento en pruebas de fuerza. Comabate 2.

DISCUSIÓN.

Frecuencia cardiaca.

El ritmo cardiaco en el conjunto de los 10 combates se correspondió con el 85,6 % *Fc res.* y 90,2 % de *Fc max.*, con valores ligeramente superiores en la segunda medición.

Estos resultados parecen confirmar lo señalado por otros autores (Sanchís y col. 1991; Ahmaidi y col. 1997; Iglesias & Dopico 1998) en cuanto al elevado nivel de demanda cardiovascular en el combate de judo. No obstante en todos estos trabajos la frecuencia cardiaca es expresada en términos absolutos, lo que dada la variabilidad individual de este parámetro dificulta las comparaciones entre estudios. Por otro lado, el hecho de que los valores promedio recojan registros correspondientes a los primeros instantes de la actividad donde el ritmo cardiaco se encuentra en fase de aceleración, permite estimar que su análisis en secuencia temporales podría aportar un mayor nivel de información.

En lo que se refiere a la estimación del coste energético del combate de judo en porcentajes de $VO_{2m\acute{a}x}$. a partir de los valores de frecuencia cardiaca, consideramos necesario establecer la dependencia entre estos parámetros a partir de la situación específica de lucha, dada la influencia que la naturaleza de la actividad ejerce en la relación % *Fc*-% $VO_{2m\acute{a}x}$. (Weltman y col. 1990; Collins y col. 1991; Iglesias & Rodríguez 1995; Arts & Kuipers 1994; Londeree y col. 1995; Fedel y col. 1995;; Billat y col.1995; Swain & Leutholtz 1997; Swain y col. 1998; Iglesias & Rodríguez 1999; Pascale y col. 2000).

Valoración de la fuerza.

La fatiga derivada del combate afectó fundamentalmente al rendimiento en las pruebas de dinamometría isométrica manual, mientras que no se encontraron cambios significativos en las pruebas de salto. El hecho de que la conducta *agarre* sea prácticamente permanente a lo largo de todo el enfrentamiento, mientras que las acciones de carácter explosivo ocurren de forma puntual, puede ser la explicación de estas diferencias.

Por otro lado, el rendimiento medio de los judocas en *CMJPC* disminuyó en los dos enfrentamientos en mayor medida que en el caso del *CMJA*. Ello podría ser un indicador del carácter específico de la explosividad del judoca, siendo esta reclamada especialmente en acciones efectuadas ante cargas constituidas por la suma del peso del ejecutante y del adversario (Iglesias y col. 2000).

Correlación frecuencia cardiaca-fuerza.

Salvo en un caso, no encontramos correlaciones significativas entre la frecuencia cardiaca y los cambios en el rendimiento de fuerza. Dado que dichos cambios fueron significativos en las pruebas de dinamometría manual, podemos concluir que la frecuencia cardiaca no reflejó esta fatiga de carácter local. Futuros trabajos deberán profundizar en este sentido dada su relevancia para una especialidad como el judo.

CONCLUSIONES.

Como resumen de nuestro trabajo destacamos los siguientes aspectos:

1. El enfrentamiento completo de judo configuró un esfuerzo de duración superior a los 7', y en el que la frecuencia cardiaca se situaba entorno al 85% y 90% de *Fc res.*, y *Fc máx.* respectivamente.

2. Las frecuencias cardiacas fueron ligeramente superiores en el segundo de los enfrentamientos.
3. El descenso del rendimiento en las pruebas de fuerza tras la realización del combate sólo fue estadísticamente significativo en dinamometría manual
4. Los resultados en las pruebas de valoración de la fuerza fueron inferiores en el segundo de los enfrentamientos.
5. Salvo con *DMD* en el primer combate, la frecuencia cardiaca no correlacionó significativamente con las variaciones de rendimiento en las pruebas de fuerza.

BIBLIOGRAFÍA:

- Ahmaidi, S., Calmet, S., Portero, P., Lantz, D., Vat, W & Libert, J.** Bioénergétique et échanges cardiorespiratoires lors de deux situations de combat en judo et en kendo. *STAPS*, 44, 1997. pp 7-16.
- Amador, F.** El entrenamiento de la fuerza para el luchador: el caso particular de la Lucha Canaria. *Ponencia al Congreso: Avances en Fuerza*. Barcelona, 1993.
- Arts, F & Kuipers, H.** The relation between power output, oxygen uptake and heart rate in male athletes. *International Journal Sports Medicine*, vol 15, nº 5, 1994, pp 228-231.
- Arruza, J. A.** (1991): Judo: Preparación Física específica. *Apuntes de las Jornadas de Judo. Diputación de A Coruña*.
- Billat, V., Palleja, P., Charlaix, Th., Rizzardo, P. & Janel, N.** Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *Internacional Journal of Sports Medicine and physical fitness*, 35, 1995, pp 20-24.
- Bosco, C.** (1992): *La valutazione della forza con il test di Bosco*. Società Stampa Sportiva. Roma.
- Callister, R., Callister, R.J., Staron, R.S., Fleck, S.J., Tesch, P., Dudley, G.A.** Physiological Characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 2, 1991 pp 196-203.
- Carratalá, V & Carratalá E.** La fuerza. Su aplicación al Judo. En: *Recursos de actuaciones metodológicas para la enseñanza, el entrenamiento, la gestión y organización de la actividad física y del deporte. Ponencias del curso de verano del INEF de Castilla y León 1997*. Edita Junta de Castilla León, Valladolid, 1998, pp 79-101
- Castarlenas, J.L. & Planas, A.** Estudio de la estructura temporal del combate de Judo. *Apuntes: Educación Física y Deportes*, 47, 32-39.
- Cecchini, J. A.** (1989): *El Judo y su razón kinantropológica*. G.H. Editores, S.A. Gijón. 1997
- Clavel, I.; Dopico, J. & Iglesias, E.** Propuesta metodológica para el estudio y análisis de la estructura temporal del enfrentamiento en Judo. En: Fuentes, J. y Macías, M. (coord.), *Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte* (1). Universidad de Extremadura. Cáceres. 2000, pp 29-33
- Clavel, I. Iglesias, E. & Dopico, J.** Análise temporal e secuencial, en fracciones de 60", do enftamento deportivo en Judo. Libro de Actas do 8º Congreso de Educação Física e Ciências do Desporto dos Países de Língua Portuguesa. Faculdade de Motricidade Humana. Lisboa. 2000
- Collins, M., Curreton, K., Hill, D. & Ray, C.** Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol 23, nº5. 1991, pp 636-640.
- Çinar, G. & Tamer, K.** Lactate profiles of wrestlers who participated in 32nd European Free-Style Wrestling Championship In 1989. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2, 1994, pp 156-160.
- Fedel, F., Keteyian, S., Brawner, C., Marks, C., Hakim, M. & Kataoka, T.** Cardiorespiratory responses during exercise in competitive in-line skaters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol 27, nº5. 1995, pp 682-687.
- González, M. & Rubio, S.** Valores ergoespirométricos en deportistas españoles de élite. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación Física y del Deporte*, 14, 1990, pp 9-51.
- Gorostiaga, E.M.** Coste energético del combate de judo. *Apuntes*, 25, 1988, pp 135-138.
- Heinisch, H.D.** L'analisi dell'allenamento e della gara nel judo. *Scuola dello Sport. Rivista di Cultura Sportiva*, 37, 1997, pp 53-62.
- Iglesias, E. & J. Dopico,** Propuesta de utilización simultánea de vídeo y pulsómetro en la caracterización del esfuerzo en Judo. En: *Recursos de actuaciones metodológicas para la enseñanza, el entrenamiento, la gestión y organización de la actividad física y del deporte. Ponencias del curso de verano del INEF de Castilla y León*. Edita Junta de Castilla León, Valladolid. 1998, pp 103-117
- Iglesias, E.; Fernández del Olmo, M.; Dopico, J.; Carratalá, V.; Pablos, C.** Propuesta de organización y control del entrenamiento de fuerza del judoca. En: Fuentes, J. y Macías, M. (coord.), *Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte* (1). Universidad de Extremadura. Cáceres. 2000 pp. 227-236

- Iglesias, X. & Rodríguez, F.A.**. Caracterización de la frecuencia cardíaca y la lactatemia en esgrimistas durante la competición. *Apunts de Medicina*, vol xxxii, 1995, pp 21-32
- Iglesias, X. & Rodríguez, F.A.**. Consumo de oxígeno estimado y gasto energético en competición de esgrima. *Apunts de Educación Física*, 55, 1999, pp 35-46
- Leplanquais, F.; Cotinaud, M.; Lacountre, P.; Trilles, F.; Mayeur, H.** Proposition pour une musculation spécifique: exemple du judo. *Cinesiologie*, 160, 1994, pp 80-86.
- Lehmann, G.** . La resistenza negli sport de combattimento. *Scola dello Sport. Rivista di Cultura Sportiva*, 37, 1997, pp 19-25.
- Little, N. G.** Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior and senior men judokas. *The Journal of Sports Medecine and Physical Fitness*, 4, 1991, pp 510-520.
- Londeree, B., Thomas, T.; Ziogas, G.; Smith, T.; Zhang, Q.** % VO_{2max} versus HR_{max} regression for six modes of exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 27, n° 3, 41995, pp 458-461.
- Mac Dougal, J., Wenger, H. & Green, H.** . *Evaluación fisiológica del deportista*. Editorial Paidotribo. Barcelona, 1995
- Pascale, K., Blah, K, Viviane, E., Michel, D. & Dominique, K.** . Effet de la cadence de pédalage á charge de travail constante sur la fréquence cardiaque. *Cinesiologie*, n° 194, 2000, pp 158-160
- Roquette, J.** A comparative analysis of two throwing judo techniques "O-Soto-Gari" and "Ko-Soto-Gari", through the estimation of their relative energy costs. *Motricidade humana*, vol. 8, n° 1, 1992, pp 27-43.
- Sanchís, C.** : Una experiencia en la valoración fisiológica de la competición en Judo. *Apunts*, 18, 1991, pp 51-58.
- Swain, D.& Leutholtz.** Heart rate reserve is equivalent to % VO_2 reserve, not to % VO_{2max} . *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol 29, n°32. 1997, 410-414.
- Swain, D., Leutholtz, B., King, M., Haas, L & Branch, D.** Relationship between % heart rate reserve and VO_2 reserve in treadmill exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 30, n°, 1997, 318-321.
- Silva, M.** . Caracteriçao do esforço em modalidades desportivas mensuráveis e nao mensuráveis. Ojudo como caso exemplar. *Treino desportivo*, 1989, pp 36-46.
- Thomas, Ph.; Goubault, C.& Beau, C.** Judokas. évolution de la lactatémie au cours de randoris sucessifs. *Medicine du Sporto*, 5, 1990, pp 234-236.
- Thomas, C., Cox, M., Le Gal, Y, Verde, T., Smith, H.** Physiological Profiles of the Canadian National Judo Team. *Canadian Journal Sport and Science*, 13, 1989, pp 142-147.
- Thomas, Ph, Goubault, C., Beau, C. & Brandet, J.P.** Test d´evaluation au judo, derivé du test de Léger-Mercier. *Médecine du Spor* 6, 1989, pp286-288
- Weltman, A.; Snead, D., Seip, R., Weltman, J. Rutt, R. & Rogol, A.** Percentages of maximal herat rate, heart rate reserve and VO_{2max} for determining endurance training intensity in male runners. *International Journal Sports Medicine*, vol 11, n°3., 1990, pp 218-222